



OTTO VON GUERICKE  
UNIVERSITÄT  
MAGDEBURG

INF

FAKULTÄT FÜR  
INFORMATIK

# Kommunikation mit harten Echtzeitanforderungen über die Middleware FAMOUSO

Philipp Werner

22.11.2012

# Motivation

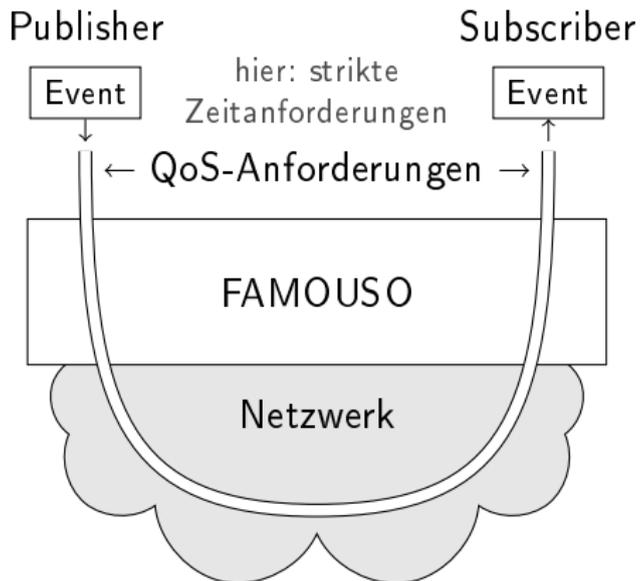
## Verteiltes Echtzeitsystem

- Rechner erfüllen **gemeinsam** eine Aufgabe → Netzwerk
- Aufgabe erfordert **Rechtzeitigkeit**

## Middleware

- Entwicklung verteilter Systeme einfacher
- FAMOUSO: adaptierbare MW

# FAMOUSO



# Problemstellung

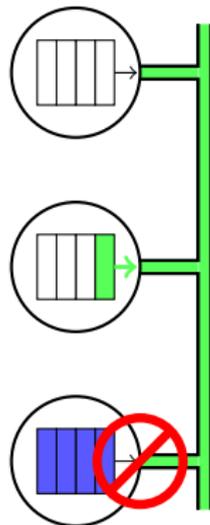
## Netzwerk

- **gemeinsam genutzte Ressource**

## MAC

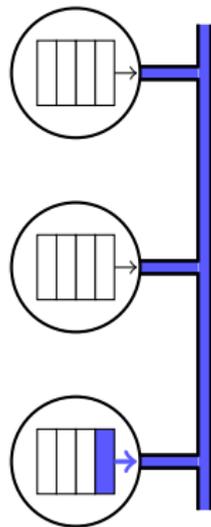
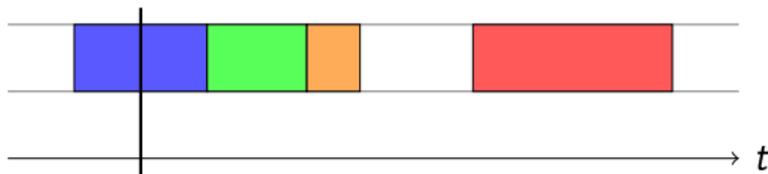
- Auflösung von Zugriffskonflikten
- i.A. keine Beschränkung der Latenz

→ **weitergehende Koordinierung nötig**



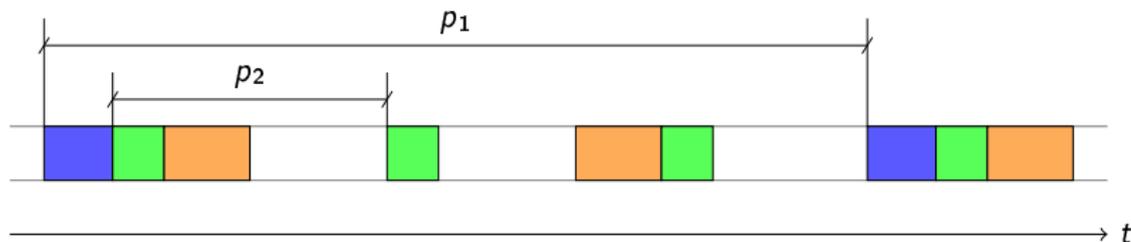
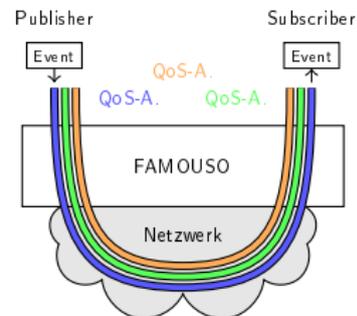
# TDMA

- Medienzeit in Slots unterteilt
- Slots für einen Kanal reserviert oder frei
- Voraussetzung: synchronisierte Uhren



# Echtzeitkommunikationskanäle

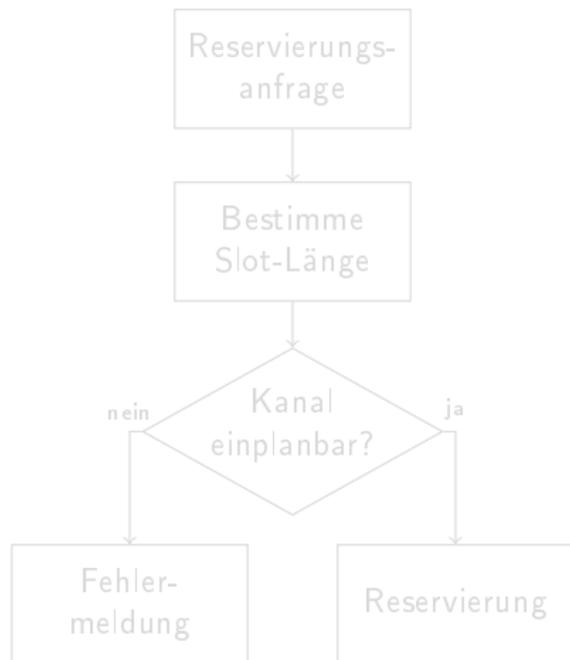
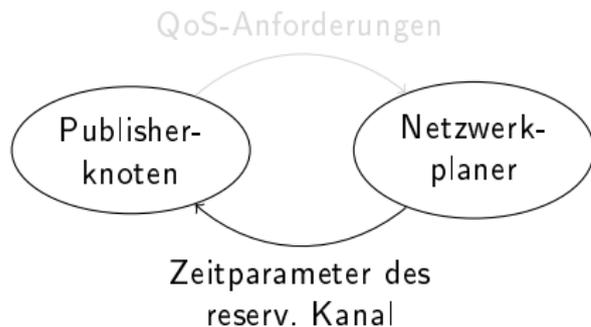
- QoS-Anforderungen an Kanal:
  - Periode  $p_i$  [ $\mu s$ ]
  - Maximale Event-Länge [Byte]
- QoS über entsprechende Medienzuteilung durchgesetzt



# Planung und Reservierung

## Kanalaufbau zur Laufzeit

- zentraler Netzwerkplaner
- Reservierungsprotokoll

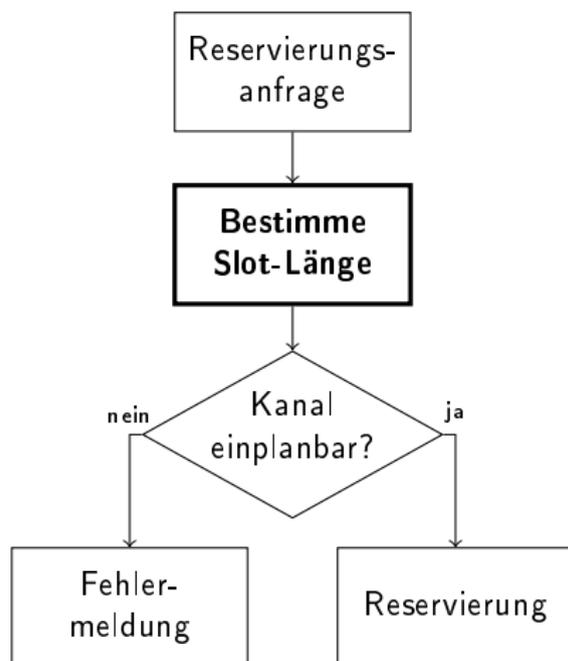


# Planung und Reservierung

## Modellparameter Slot-Länge:

- Maximale Event-Länge
- Netzwerkeigenschaften: Bitrate, Overhead, MTU
- Genauigkeit der Uhrensynchronisation
- lokale Verzögerungen

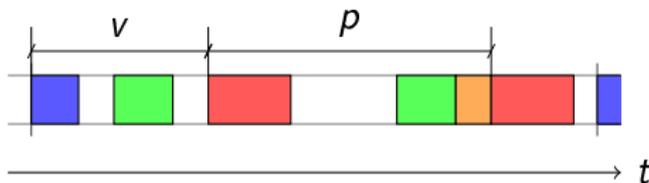
Worst-Case betrachtet



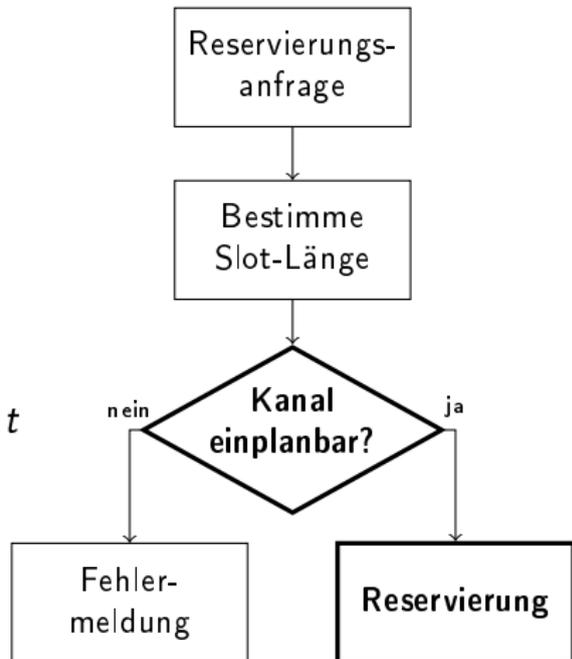
# Planung und Reservierung

## Einplanbarkeitstest:

Suche Phasenverschiebung  $v$   
ohne Überschneidung von Slots



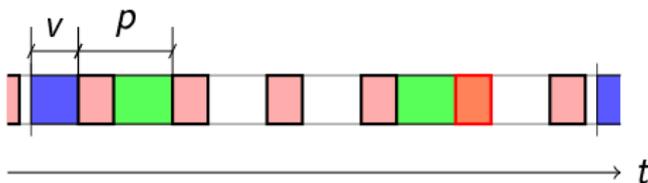
QoS garantiert



# Planung und Reservierung

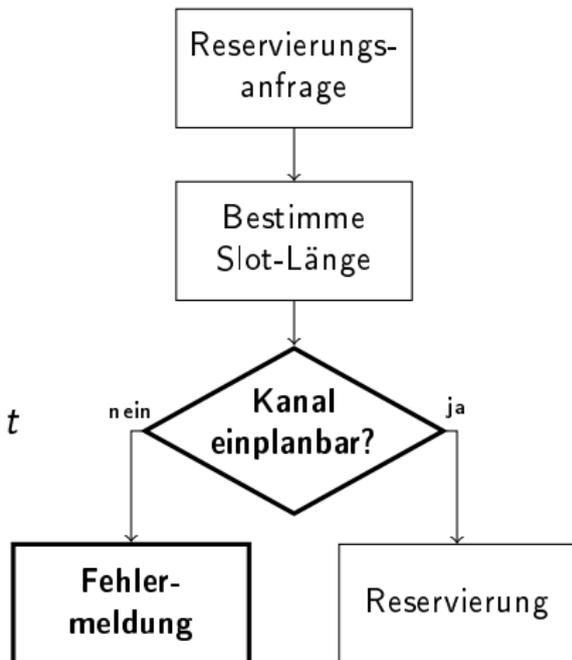
## Einplanbarkeitstest:

Suche Phasenverschiebung  $v$   
ohne Überschneidung von Slots



## QoS nicht garantiert

Fehlermeldung und  
keine Kommunikation



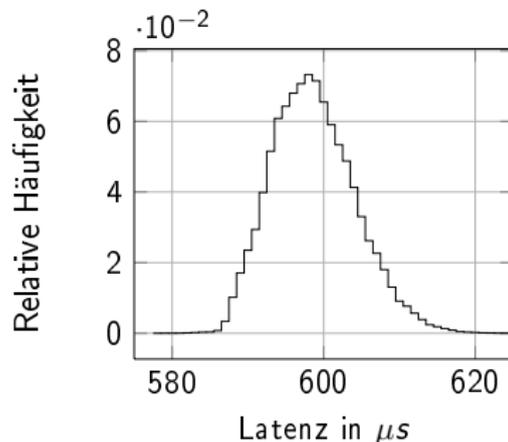
# Ergebnisse

## Implementierung

- in FAMOUSO
- für CAN und Ethernet

## Evaluierung

- in dediziertem Netzwerk
- unter Linux/Xenomai
- 6 h hohe Netzwerkauslastung:  
Jitter ca.  $50 \mu s$



# Ergebnisse

## Zusammenfassung

- Durchsetzung von Echtzeitanforderungen bei Kommunikation über Netzwerk
- TDMA (geringer Jitter, effizient für periodische Nachrichten)
- Aufbau von Kanälen zur Laufzeit
- Integration in FAMOUSO

## Details

- Werner, Ph.: *Echtzeitkommunikationskanäle für die FAMOUSO-Middleware*. Diplomarbeit, 2011, [http://www.philipp-werner.info/pub/DA\\_RT-FAMOUSO.pdf](http://www.philipp-werner.info/pub/DA_RT-FAMOUSO.pdf)